Octobre 2006

Série technique 06-108

Évaluation sur le terrain d'un système mécanique intégré performant NuAir (ēKOCONFORT^MC)

INTRODUCTION

La SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement), en collaboration avec Enbridge Gas Distribution, a évalué la fiabilité de deux systèmes intégrés de chauffage de l'eau et des locaux afin de déterminer la consommation énergétique de ces systèmes, ainsi que leur coût d'utilisation, puis de comparer les résultats à un système de référence hypothétique.

Le système de référence hypothétique, correspondant aux systèmes installés et utilisés avant la mise en œuvre du projet, était constitué d'un générateur de chaleur électrique à air pulsé et d'un chauffe-eau électrique à réservoir de stockage. Les maisons sont situées dans le marché d'Enbridge, dans le Grand Toronto.

Les systèmes combinés de chauffage de l'eau et des locaux ont été installés après-coup dans deux maisons en rangée similaires qui utilisaient un générateur de chaleur électrique pour chauffer les locaux et un chauffe-eau électrique à réservoir de stockage. Les deux systèmes installés consistent en un nouveau ventilateur-récupérateur de chaleur et un appareil de traitement d'air combinés Enerboss^MD offrant la ventilation, la récupération de chaleur et le chauffage des locaux tout en un. Pour ce qui est du chauffage de l'eau, une des maisons (n° 25) a été munie d'un chauffe-eau Rinnai^MD sans réservoir de stockage et l'autre (n° 30) d'un chauffe-eau à réservoir de stockage combiné GSW^MD.

Le format utilisé pour l'évaluation et la surveillance a été basé sur un protocole utilisé pour évaluer les premiers prototypes de systèmes mécaniques intégrés performants (SMIP)[1] dans le cadre d'une étude parallèle.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Les deux systèmes combinés ont été installés, inspectés et mis en service entre les mois de septembre et de novembre 2003. Le système Rinnai installé dans la maison n° 25 a été mis en place plus tard que le système à réservoir de la maison n° 30 parce qu'il remplaçait un autre système intégré de chaudière qui a fait l'objet d'une brève évaluation dans la maison n° 25.

Les deux systèmes ont été jugés entièrement fonctionnels et ont fait l'objet d'une surveillance du 22 décembre 2003 au 24 septembre 2004. Bien que le résultat de la lecture des impulsions du compteur d'énergie alimenté par piles de la maison n° 30 n'ait pas été enregistré dans les enregistreurs de données dès le début, les compteurs d'énergie ont mesuré et stocké les données dans leurs registres internes dès leur installation. Pour cette raison, il a été possible d'accéder aux données de chauffage des locaux et de l'eau de la maison n° 30 pour une année entière. Dans le cas de la maison n° 25, toutes les données, soit du mois de décembre 2003 jusqu'à la fin de la période de surveillance, étaient accessibles, y compris quelques données sur le chauffage des locaux antérieures au mois de décembre 2003. Cependant, le réglage des commandes et les modifications apportées à la tuyauterie pour accueillir le dispositif Rinnai n'ont pas été terminés dans la maison n° 25 avant la fin du mois de novembre 2003.

LES MAISONS

Les caractéristiques des maisons varient légèrement, mais elles comprennent toutes deux :

- un premier étage où l'on trouve trois chambres et une salle de bains;
- un rez-de-chaussée comportant une cuisine, un corridor et une salle à manger;
- un sous-sol offrant de l'espace de rangement, une deuxième pièce aménagée ainsi qu'une salle de bains. Dans les deux maisons, le local technique, ou la chaufferie, se trouve à ce niveau;

[1] SMIP est un acronyme utilisé au sein d'une initiative conjointe du secteur et du gouvernement fédéral qui offrait direction et soutien à un certain nombre de groupes de fabricants qui leur ont permis de mettre au point des systèmes de CVC intégré plus évolués destinés aux maisons et aux appartements du Canada. La marque de commerce ēKOCONFORT^MD a été créée par le groupe SMIP afin de l'utiliser à l'avenir pour ces produits; le groupe SMIP est maintenant connu sous le nom de consortium ēKOCONFORT.

Canada

SCHL CMHC

AU CŒUR DE L'HABITATION

- les deux maisons disposent d'un dépôt d'ordures « relié à la maison, mais situé devant la porte avant »;
- les deux maisons comportent une terrasse accessible de la cuisine par une porte-fenêtre coulissante double;
- les deux maisons ont un balcon au premier étage.

Dans chaque maison, l'aire habitable totale est d'environ 111,4 m² (1 200 pi²) et la déperdition de chaleur nominale s'élève à 12 kW à une température nominale de 20 °C (68 °F). Les deux maisons sont louées; la maison n° 25 à un locataire et la maison n° 30 à deux locataires au départ; le nombre de locataires est toutefois passé à trois durant la période d'évaluation.

LES SYSTÈMES COMBINÉS DE CHAUFFAGE DE L'EAU ET DES LOCAUX

Les deux systèmes combinés étaient constitués d'un ventilateur-récupérateur de chaleur et appareil de traitement d'air combinés Enerboss^MC et d'une chaudière différente pour chacune des maisons. L'appareil de traitement d'air Enerboss de Nu-Air utilise un serpentin eau-air comme source de chauffage des locaux. Les deux installations présentent les caractéristiques suivantes :

MAISON N° 25

Un appareil de traitement d'air de la série 500 d'Enerboss^MC a été installé. Le système complet offrait une capacité de refroidissement de 1,8 t (2 tn) et comportait un ventilateur-récupérateur de chaleur intégré. La chaudière consistait en un chauffe-eau sans réservoir modèle V2532 de Rinnai^MC. Une soupape de mélange anti-brûlure a été posée sur la partie du système acheminant l'eau potable domestique. L'appareil de traitement d'air a été installé dans le local technique du sous-sol et le système Rinnai, à l'extérieur, dans le dépôt d'ordures fermé. Afin de protéger le chauffe-eau des conditions climatiques, deux soupapes électromagnétiques Asco^MC ont été installées, à savoir une normalement ouverte et une normalement fermée. Cette mesure permet d'évacuer l'eau qui se trouve à l'intérieur de l'appareil en cas de gel ou de panne d'électricité.

Caractéristiques du produit

Appareil de traitement d'air : Appareil de traitement d'air et ventilateur-récupérateur de chaleur combinés Enerboss^MC

Générateur de chaleur : Chauffe-eau sans réservoir modèle V2532 FFU de Rinnai^MC; entrée de 15 000 à 180 000 Btu/h; installé dans un local servant de dépôt d'ordures adjacent à la maison en rangée.

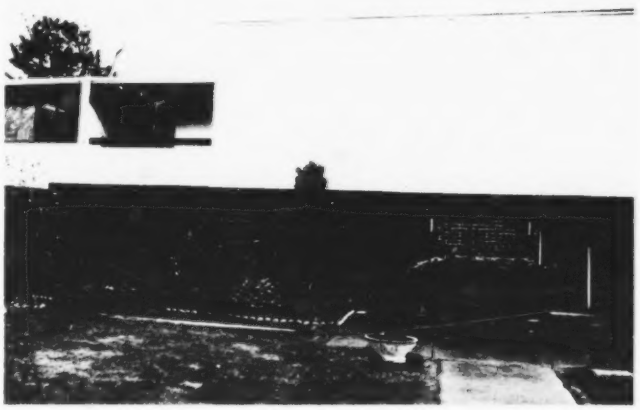

Photo 1 – Avant de la maison n° 25

Selon les spécifications du fabricant, le chauffe-eau Rinnai a une cote FE de 0,82.

MAISON N° 30

Un appareil de traitement d'air de la série 500 d'Enerboss^MC, identique à celui de la maison n° 25, a été installé de la façon décrite précédemment. La chaudière consistait en un réservoir d'eau à dispositif de ventilation électrique GSW Superflue^MC 6. Selon le fabricant, ce composant a été conçu expressément pour les systèmes combinés. Comme dans le cas de la maison n° 25, une soupape de mélange anti-brûlure a été ajoutée. Puisque l'appareil de traitement d'air et le réservoir ont été installés dans le sous-sol, dans le local technique, il était inutile d'installer un système de vidage.

Caractéristiques du produit

Appareil de traitement d'air : Appareil de traitement d'air et ventilateur-récupérateur de chaleur combinés Enerboss^MC

Générateur de chaleur : Chauffe-eau à réservoir de stockage dispositif de ventilation électrique Superflue^MC 6 de GSW; n° de modèle 6G5065SNV04; n°de série S0303500975; réservoir de 189 L (41,5 g. imp.); entrée de 58 500 Btu/h.

Selon les renseignements obtenus de GSW, le réservoir du chauffe-eau a une cote FE de 0,58.

TROUSSES DE SURVEILLANCE

La trousse d'instruments et l'ensemble d'acquisition de données ont été conçus par le consortium SMIP / ēKOCONFORT^MC. Voici le contenu de la trousse de surveillance utilisée pour chacun des emplacements :

- deux compteurs d'énergie Kamstrup^MC, chacun comportant un débitmètre, deux sondes de température et un module électronique alimenté par piles;
- 11 thermocouples;
- un compteur électrique en ligne avec émetteur d'impulsions;
- un relais de temporisation et d'isolement afin de surveiller les opérations d'activation et de désactivation des brûleurs;
- des relais d'état, transmettant les modes de commande et de fonctionnement à l'enregistreur de données;
- un enregistreur de données CR10X de Campbell Scientific^MC.

Les compteurs d'énergie Kamstrup ont été installés pour mesurer le débit d'eau dans le serpentin de chauffage des locaux de l'appareil de traitement d'air Enerboss de Nu-Air, les sondes de température du compteur d'énergie étant disposées de façon à surveiller la température de l'eau de son entrée à sa sortie du serpentin.

Dans le cas des sections de chauffage de l'eau des systèmes intégrés, les compteurs d'énergie ont servi à mesurer le débit de l'eau froide dans les dispositifs sur lesquels les sondes de température ont été placées afin de mesurer la température de l'eau entrant et sortant du dispositif (au-delà des soupapes de mélange anti-brûlure). À chaque emplacement, un compteur d'énergie a été utilisé pour mesurer le rendement énergétique du système de chauffage des locaux et un autre a mesuré le rendement énergétique du chauffage de l'eau.

Le compteur d'énergie alimenté par piles de Kamstrup surveillait constamment le débit d'eau et la différence de température entre les sondes de température de l'eau. Les compteurs calculaient le flux d'énergie à partir de ces mesures et enregistraient ces mesures dans des registres de données internes. Les chercheurs se sont rendus sur les lieux tous les 40 jours pour éviter de perdre des données issues des compteurs d'énergie.

À chaque visite, ils demandaient aux locataires (s'ils étaient présents) s'ils avaient quelque préoccupation que ce soit à propos du système. Ils effectuaient une inspection visuelle des systèmes pour détecter tout signe de problème, de fuite, etc. Ils effectuaient également un relevé manuel des compteurs servant à la facturation des services publics et du sous-compteur électrique du système intégré. Durant certaines visites, ils ont également effectué des mesures ponctuelles des températures et des débits des systèmes, ainsi que des tests de rendement de combustion à l'aide d'un appareil portable pour mesurer les gaz de combustion.

La procédure d'analyse des données consistait principalement à utiliser les compteurs d'énergie Kamstrup afin de déterminer, pour une période donnée, le rendement énergétique des systèmes intégrés. Les relevés des compteurs pour la facturation des services publics et du sous-compteur électrique servaient à déterminer les intrants énergétiques des systèmes intégrés pour la même période. Cette approche a permis de calculer le rendement général des systèmes pour chaque période et, tout au long de l'évaluation, de déterminer l'efficacité à charge partielle du système grâce aux données recueillies.

RÉSULTATS

Rendement de combustion

Le rendement de combustion est un indicateur de l'efficacité du système lorsque le brûleur fonctionne. Cette donnée ne tient pas compte des pertes du système lorsque celui-ci est en attente ou de toute perte dans le réseau de distribution (par exemple, les déperditions thermiques par le réservoir d'eau chaude, les tuyaux ou les conduites). Les mesures prises sur place afin de déterminer le rendement de combustion ont été effectuées à l'aide d'un appareil portable mesurant les gaz de combustion. Les tableaux 1 et 2 présentent un résumé de ces mesures.

Tableau 1 – Maison n° 25 : Mesures du rendement de combustion du système Rinnai

Date	Temp. du conduit de fumée (° F)	O_2 (%)	CO (PPM)	Rendement (%)	Commentaires
12/22/03	163	15,5	22	83,4	Charge de l'eau chaude domestique
4/16/04	150	17,5	13	82,9	Chauffage
7/16/04	151	15,7	19	85,9	Charge de l'eau chaude domestique

Table 2 – Maison n° 30 : Mesures du rendement de combustion du système combiné à réservoir

Date	Temp. du conduit de fumée (° F)	O_2 (%)	CO (PPM)	Rendement (%)	Commentaires
4/16/04	158	18.4	0	78,9	Récupération, vers la fin
7/16/04	154	18.4	0	80,0	Récupération

Le chauffe-eau du système combiné à réservoir est pourvu d'un brûleur à taux d'allumage fixe; le brûleur fonctionne au même taux d'allumage pour chauffer l'eau au besoin dans le réservoir à la température déterminée (voir le tableau 2).

Au contraire, le chauffe-eau sans réservoir Rinnai est doté d'un brûleur modulant, dont le taux d'allumage s'ajuste en fonction de la charge, ce qui permet d'en réduire la capacité dans le cas de petites charges. Cela pourrait expliquer la plus grande efficacité de ce système, que l'on a mesurée durant l'été. L'efficacité des chauffe-eau à réservoir varie légèrement au fur et à mesure que la température de l'eau augmente dans le réservoir. L'efficacité est au plus bas tout juste avant la fermeture du brûleur, lorsque la température de l'eau dans le réservoir atteint son niveau maximal (voir le tableau 1).

Selon les mesures relevées, le chauffe-eau sans réservoir Rinnai présente un rendement de combustion légèrement supérieur au système combiné.

EFFICACITÉ THERMIQUE GÉNÉRALE

L'efficacité thermique générale a été calculée à différents intervalles durant l'évaluation en additionnant le rendement énergétique du chauffage des locaux et du chauffage de l'eau de chaque système et en divisant la somme par l'intrant énergétique. Le rendement des deux systèmes s'est avéré similaire durant les périodes d'utilisation intense et le rendement général des deux systèmes a diminué lors des périodes de charge réduite. Cependant, l'efficacité du système à réservoir a diminué plus rapidement que celle du système sans réservoir à mesure que la charge diminuait. Ce fait est peut-être attribuable à la déperdition constante qui se produit en mode d'attente du système à réservoir, laquelle a un effet plus important sur l'efficacité du système durant les périodes de faible charge.

Comparaison de la charge partielle avec d'autres appareils de CVC

Cette réduction de l'efficacité du système à faible charge a également été observée chez d'autres types d'équipement de CVC. La Figure 1 montre la courbe de rendement à charge partielle utilisée dans le programme informatique DOE-2 dans le but de modéliser le rendement de l'équipement de CVC.

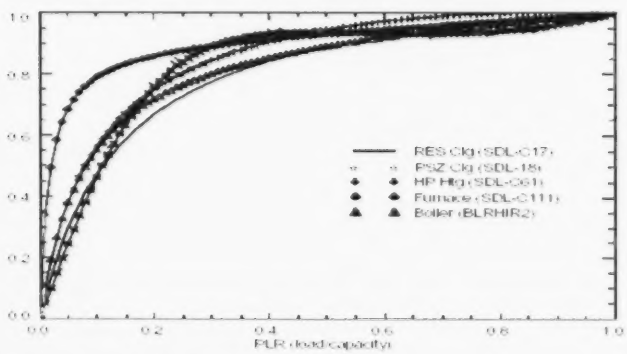

Figure 1 – FCP comparé au RCP

Le ratio de charge partielle (RCP) est le rendement énergétique du système divisé par le rendement énergétique théorique du système.

Le facteur de charge partielle (FCP) est l'efficacité du système divisée par son efficacité à pleine charge nominale.

Comparaison du coût d'utilisation avec les autres solutions électriques

Les hypothèses suivantes ont été avancées pour comparer le coût d'utilisation des deux systèmes combinés avec un système électrique de base théorique :

- On a présumé que le système électrique théorique utiliserait des éléments de résistance électrique ayant une efficacité de chauffage de 100 % et un chauffe-eau ayant une cote FE de 0,92, équivalant à un chauffe-eau d'un rendement de 92 %.
- Le coût de l'électricité et du gaz naturel a été calculé à partir des taux en vigueur, TPS comprise, à l'emplacement durant la période d'évaluation. Les taux étaient :
- Électricité : 0,0976 $ / kWh
  Gaz naturel : 0,476 $ / m^3

La charge de chauffage des locaux de la maison n° 25 était habituellement plus élevée que celle de la maison n° 30, mais la charge de chauffage de l'eau était plus basse. De manière générale, la charge combinée était similaire aux deux emplacements. Afin de permettre l'analyse des coûts d'utilisation pendant toute une année aux deux emplacements, les données de charge de la maison n° 30 ont été employées pour la maison n° 25 durant la période comprise entre septembre et décembre 2003.

CONCLUSIONS

Les deux systèmes combinés ont été en mesure de fournir toute la charge de chauffage des locaux et de l'eau requise aux deux emplacements. De plus, les appareils de traitement d'air évolués ont permis aux occupants de profiter des fonctions de ventilation contrôlée et de récupération de chaleur lorsque ceux-ci faisaient fonctionner leur système de ventilation.

De manière générale, les locataires se sont déclarés satisfaits du rendement de leur système combiné, bien qu'au départ les locataires de la maison n° 25 se soient plaints du délai avant d'obtenir de l'eau chaude. Peu de temps après la fin de la phase de surveillance de l'évaluation, de nouveaux locataires ont emménagé dans cette maison. On a pu savoir que les nouveaux locataires étaient satisfaits du rendement de leur système.

Les résultats des mesures du rendement à charge partielle indiquent qu'en période de charge élevée (durant la saison de chauffage), l'efficacité du système sans réservoir s'est révélée légèrement supérieure à celle du système avec réservoir. Le système sans réservoir était beaucoup plus efficace que celui à réservoir lors des périodes à faible charge.

Selon l'analyse des données de surveillance et le taux en vigueur de l'électricité et du gaz naturel, le système combiné sans réservoir de la maison n° 25 a consommé, sur un an, 3 041 m^3 (107 352 pi^3) de gaz naturel, pour un coût total de 1 446 $. À charge égale, le système électrique théorique aurait utilisé 23 807 kWh d'énergie électrique, pour un coût total de 2 324 $. Le système combiné au gaz de la maison n° 25 a permis une économie annuelle de 878 $, soit 38 %, comparativement au système électrique théorique.

Le système combiné de la maison n° 30 a consommé 3 381 m^3 (119 349 pi^3) de gaz naturel durant l'année, pour un coût de 1 608 $. À charge égale, le système électrique théorique aurait utilisé 25 368 kWh d'énergie électrique, pour un coût total de 2 476 $. Le système combiné au gaz de la maison n° 30 a permis une économie annuelle de 868 $, soit 35 %, comparativement au système électrique théorique.

RÉFÉRENCES

Enerboss / Rinnai / GSW Alpha Site Test Report, rapport d'*International Air Technologies Limited* à la SCHL, 2005.

LBNL-42175, *Residential Equipment Part Load Curves for Use in DOE-2*, Lawrence Berkeley National Laboratory et coll. février 1999 pour le département de l'Énergie des États-Unis.

Directeur de projet : Bill Semple, Chercheur

Consultants pour le projet de recherche : Peter Edwards Company

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2006, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 13-10-06

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65244